

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-218047

(43)Date of publication of application : 19.08.1997

(51)Int.Cl. G01C 21/00
 G06F 17/30
 G06T 1/00
 G08G 1/0969
 G09B 29/00

(21)Application number : 08-022682

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 08.02.1996

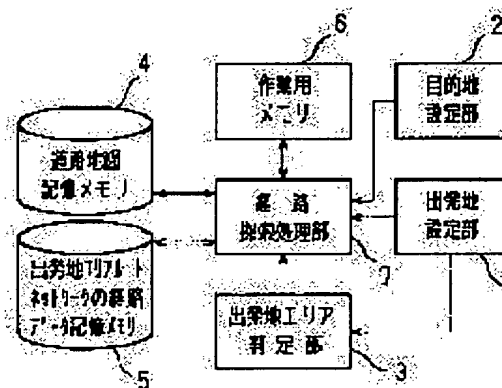
(72)Inventor : KAMIKAWA TETSUO
 NAKAHORI ICHIRO

(54) ROUTE CALCULATOR FOR VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable fast calculation of routes by storing a plurality of starting point area route networks calculated per starting point area to search guide routes from starting points to destinations using the starting point area route networks.

SOLUTION: Routes from one starting point areas to a plurality of destinations are previously calculated as starting point area route networks and a plurality of starting point area route networks calculated per starting point area are stored into a road map memory 4 and a route data memory 5 of the starting point area route networks. A starting point area judging section 3 judges a starting point area of a vehicle in the searching of a route and searches a guide route from a starting point to a destination using the starting point area route networks of the starting point areas and road maps near the starting points and the destinations.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.07.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-218047 ✓

(43)公開日 平成9年(1997)8月19日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 C 21/00			G 0 1 C 21/00	G
G 0 6 F 17/30			G 0 8 G 1/0969	
G 0 6 T 1/00			G 0 9 B 29/00	C
G 0 8 G 1/0969			G 0 6 F 15/40	3 7 0 C
G 0 9 B 29/00			15/62	3 3 5
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 18 頁)				

(21)出願番号 特願平8-22682

(22)出願日 平成8年(1996)2月8日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 上川 哲生

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 中堀 一郎

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

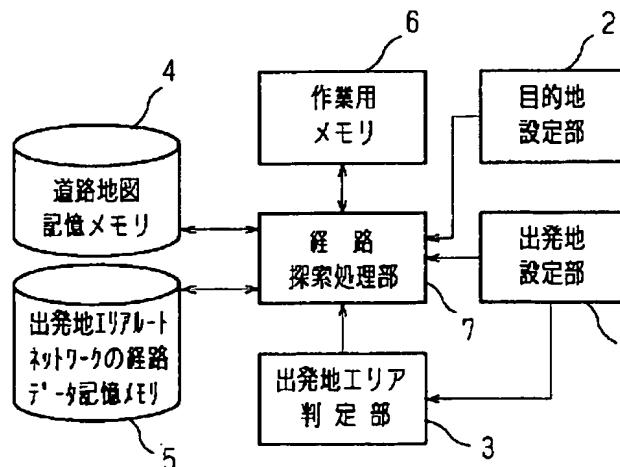
(74)代理人 弁理士 宮田 金雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 車両経路算出装置

(57)【要約】

【課題】 経路算出の高速化にあたって、予め最適経路を計算してメモリに記憶するが、その際、出発地と目的地の組み合わせ毎に、最適経路を記憶するため、組み合わせの数が膨大となり、必要メモリが膨大になってしまう。

【解決手段】 1つの出発地エリアから複数の目的地エリアまでの経路を出発地エリアルートネットワークとして予め計算しておき、各出発地エリア毎に計算された複数の出発地エリアルートネットワークを道路地図記憶メモリ4及び出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5に記憶しておき、経路探索時に、出発地エリア判定部3で車両の出発地エリアを判定し、この出発地エリアの出発地エリアルートネットワークと、出発地エリア及び目的地付近の道路地図とを用いて出発地から目的地までの案内経路を探索する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両を案内する道路地図を記憶する道路地図記憶手段、車両の出発地から出発地エリアを判別する出発地エリア判別手段、1つの出発地エリアから複数の目的地エリアまでの経路を出発地エリアルートネットワークとして予め計算しておき、各出発地エリア毎に計算された複数の上記出発地エリアルートネットワークを記憶する出発地エリアルートネットワーク記憶手段、及び判別された出発地エリアの出発地エリアルートネットワークを読み出し、読み出された出発地エリアルートネットワークを用いて、出発地から目的地までの案内経路を探索する経路探索手段を備えた車両経路算出装置。

【請求項2】 車両を案内する道路地図を記憶する道路地図記憶手段、車両の目的地から目的地エリアを判別する目的地エリア判別手段、1つの目的地エリアまでの複数の出発地エリアからの経路を目的地エリアルートネットワークとして予め計算しておき、各目的地エリア毎に計算された複数の上記目的地エリアルートネットワークを記憶する目的地エリアルートネットワーク記憶手段、及び判別された目的地エリアの目的地エリアルートネットワークを読み出し、読み出された目的地エリアルートネットワークを用いて、出発地から目的地までの案内経路を探索する経路探索手段を備えた車両経路算出装置。

【請求項3】 車両を案内する道路地図を記憶する道路地図記憶手段、車両の出発地から出発地エリアを判別する出発地エリア判別手段、車両の目的地から目的地エリアを判別する目的地エリア判別手段、1つの出発地エリアから複数の目的地エリアまでの経路を出発地エリアルートネットワークとして予め計算しておき、各出発地エリア毎に計算された複数の上記出発地エリアルートネットワークを記憶する出発地エリアルートネットワーク記憶手段、1つの目的地エリアまでの複数の出発地エリアからの経路を目的地エリアルートネットワークとして予め計算しておき、各目的地エリア毎に計算された複数の上記目的地エリアルートネットワークを記憶する目的地エリアルートネットワーク記憶手段、並びに判別された出発地エリアの出発地エリアルートネットワークと、判別された目的地エリアの目的地エリアルートネットワークを読み出し、読み出された出発地エリアルートネットワーク、及び目的地エリアルートネットワークを用いて、出発地から目的地までの案内経路を探索する経路探索手段を備えた車両経路算出装置。

【請求項4】 出発地エリアルートネットワーク記憶手段は、出発地エリアを階層化して複数の大きさの出発地エリアを用意し、小さい出発地エリアに対しては小さい出発地エリアの近傍の目的地エリアまでの経路を記憶し、大きい出発地エリアは大きい出発地エリアからさらに遠方の目的地エリアまでの経路を記憶し、小さい出発地エリアから大きい出発地エリアまでの複数の出発地エリアルートネットワークを重ね合わせることで、

小さい出発地エリアから遠方の複数の目的地エリアまでの経路を得ることを特徴とする請求項1または3記載の車両経路算出装置。

【請求項5】 目的地エリアルートネットワーク記憶手段は、目的地エリアを階層化して複数の大きさの目的地エリアを用意し、小さい目的地エリアに対しては小さい目的地エリアの近傍の出発地エリアまでの経路を記憶し、大きい目的地エリアは大きい目的地エリアからさらに遠方の出発地エリアまでの経路を記憶し、小さい目的地エリアから大きい目的地エリアまでの複数の目的地エリアルートネットワークを重ね合わせることで、小さい目的地エリアから遠方の複数の出発地エリアまでの経路を得ることを特徴とする請求項2または3記載の車両経路算出装置。

【請求項6】 道路地図記憶手段は、車両を案内する詳細道路を網羅する下位階層の道路地図と、予め、1出発地エリアと1目的地エリアを結ぶエリア間主要経路を、出発地エリアと目的地エリアの組合せを変えて下位階層の道路地図上で経路計算し、算出された複数のエリア間主要経路の論理和をとることにより作成された上位階層の道路地図とを格納することを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の車両経路算出装置。

【請求項7】 出発地エリアルートネットワーク記憶手段は、1つの出発地から複数の目的地までの複数の経路の論理和からなるツリー状の経路のデータを記憶していることを特徴とする請求項1、または3、または4のいずれかに記載の車両経路算出装置。

【請求項8】 目的地エリアルートネットワーク記憶手段は、1つの目的地までの複数の出発地からの複数の経路の論理和からなるツリー状の経路のデータを記憶していることを特徴とする請求項2、または3、または5のいずれかに記載の車両経路算出装置。

【請求項9】 道路地図記憶手段は、道路地図における分岐点と分岐点間の道路区間の属性データを道路地図データとして記憶し、出発地エリアルートネットワーク記憶手段または目的地エリアルートネットワーク記憶手段は、上記分岐点または上記各道路区間に付けられた番号と、上記分岐点または上記道路区間の使用の可否を設定した経路データで出発地エリアルートネットワークまたは目的地エリアルートネットワークを記憶することを特徴とする請求項1ないし8のいずれかに記載の車両経路算出装置。

【請求項10】 出発地エリアルートネットワーク記憶手段は、経路を予め計算するときに、目的地に対し目的地エリアを設定し、この目的地エリアの境界点の全てを通る経路を求め、上記目的地エリアの周囲を囲む経路削除領域を設けて得た出発地エリアルートネットワークを記憶することを特徴とする請求項1、または3、または4、または7のいずれかに記載の車両経路算出装置。

【請求項11】 目的地エリアルートネットワーク記憶

3

手段は、経路を予め計算するときに、出発地に対し出発地エリアを設定し、この出発地エリアの境界点の全てを通る経路を求め、上記出発地エリアの周囲を囲む経路削除領域を設けて得た目的地エリアルートネットワークを記憶することを特徴とする請求項2、または3、または5、または8のいずれかに記載の車両経路算出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は車両経路算出装置、特に運転者により設定された目的地点に応じて、運転者のいる出発地点から目的地点までの推奨道路を高速に算出する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、出発地点から目的地点に至る最適経路の計算方法として、ダイクストラ法 (E.W. Dijkstra: A Note on Two Problems in Connection with Graphs, Numerische Math, 1959) があった。この方法は道路地図を用いて、2地点間の最短時間の経路を計算する際に、道路地図上を網羅的に探索して計算を行うため、探索時間が非常にかかっていた。経路探索を高速化する方法としては、オフラインで事前に経路計算を行い、その結果をCD-ROM等の外部記憶装置に保持しておき、車載ナビゲーションシステムにおけるオンライン処理で外部記憶装置から検索結果を読みだして経路算出に利用するものが提案されている。例えば、「道路網の不均一矩形形状分割にもとづく最適経路探索の手法」(加藤誠巳他, 情報処理学会第50回(平成7年前期)全国大会, 1-387)や、「知識を利用した道路網における経路探索手法に関する検討」(加藤誠巳他, 情報処理学会第50回(平成7年前期)全国大会, 1-389)に記載される方法では、オフラインで予め出発地を含むエリアから目的地を含むエリアまでの経路探索を行い、前者の方法では、これら両エリア間の探索領域を限定して記憶しておき、オンラインでこの限定領域に対する道路網を読み込み、ダイクストラ法で探索を行う。後者の方法では、予め計算された両エリア間の探索経路を探索道路網として記憶しておき、オンラインでこの探索道路網に対し、ダイクストラ法で探索を行う。また、例えば特開平5-53501号公報に記載された「経路テーブルを用いた最適経路決定方法」があり、この方法は、1地点から複数の目的地点までの初期経路を予めオフラインで計算して、これを経路テーブルとして記憶しておき、オンラインで地点毎に上記経路テーブルから初期経路を読みだし、地点をずらしながらこれを繰り返して、経路を算出する方法である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の車両経路算出装置における経路探索は以上のようにしてなされており、例えばエリアに応じて探索領域を狭めるものでは出発地エリアと目的地エリアの組み合わせ毎に、探索領域ある

4

いは探索道路網を記憶しておかねばならず、例えばエリアの数が100ある場合、出発地エリアと目的地エリアの組合せは、 $100 \times 99 = 9900$ 通りとなり、組み合わせの数が膨大となるため、必要とされる外部記憶容量が増加するという問題点があった。また、予め経路テーブルを準備し、車両の進行に合わせて順次読みだしていくものでは、経路テーブルをCD-ROM等の外部記憶に記憶する際、地点毎に経路テーブルを記憶しておかねばならず、上述したと同様の問題点があった。また、車両の進行に合わせて例えば交差点毎に外部記憶より読み出す必要があり、外部記憶アクセス回数が増え、時間がかかってしまう欠点があった。また、高速化のために、全ての最適経路をRAM等の内部記憶に記憶すると、必要メモリが膨大になるという欠点があった。

【0004】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたものであり、経路算出が高速にできると共に、装置の省メモリ化が図れる車両経路算出装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明の第1の発明は、あらかじめ1つの出発地エリアから複数の目的地エリアまでの経路を出発地エリアルートネットワークとして計算しておき、各出発地エリア毎に計算された複数の出発地エリアルートネットワークをメモリに記憶し、運転時に車両の出発地に対応した出発地エリアルートネットワークを読みだし、この出発地エリアルートネットワークを用いて、出発地から目的地までの案内経路を探索するものである。

【0006】また、第2の発明は、あらかじめ1つの目的地エリアまでの複数の出発地エリアからの経路を目的地エリアルートネットワークとして計算しておき、各目的地エリア毎に計算された複数の目的地エリアルートネットワークをメモリに記憶し、運転時に車両の目的地に対応した目的地エリアルートネットワークを読みだし、この目的地エリアルートネットワークを用いて、出発地から目的地までの案内経路を探索するものである。

【0007】また、第3の発明は、出発地エリアルートネットワークと目的地エリアルートネットワークの両方をメモリに記憶し、運転時に車両の出発地と目的地に対応した出発地エリアルートネットワークと目的地エリアルートネットワークを読みだし、両方を用いて、出発地から目的地までの案内経路を探索するものである。

【0008】また、第4の発明は、出発地エリアを階層化し、小さい出発地エリアに対しては小さい出発地エリアの近傍の目的地エリアまでの出発地エリアルートネットワークを計算し、大きい出発地エリアに対しては大きい出発地エリアからさらに遠方の目的地エリアまでの出発地エリアルートネットワークを計算し、小さい出発地エリアから大きい出発地エリアまでの複数の出発地エリアルートネットワークを重ね合わせることで、小

5

さい出発地エリアから遠方の複数の目的地エリアまでの経路を得、記憶するようにしたものである。

【0009】また、第5の発明は、目的地エリアを階層化し、小さい目的地エリアに対しては小さい目的地エリアの近傍の出発地エリアまでの目的地エリアルートネットワークを計算し、大きい目的地エリアに対しては大きい目的地エリアからさらに遠方の出発地エリアまでの目的地エリアルートネットワークを計算し、小さい目的地エリアから大きい目的地エリアまでの複数の目的地エリアルートネットワークを重ね合わせることで、小さい目的地エリアから遠方の複数の出発地エリアまでの経路を得、記憶するようにしたものである。

【0010】また、第6の発明は、車両を案内する詳細道路を網羅する下位階層の道路地図と、1出発地エリアと1目的地エリアを結ぶエリア間主要経路を、出発地エリアと目的地エリアの組合せを変えて下位階層の道路地図上で経路計算し、算出された複数のエリア間主要経路の論理和をとることにより作成された上位階層の道路地図とを有するものである。

【0011】また、第7の発明は、1つの出発地から複数の目的地までの複数の経路の論理和からなるツリー状の経路のデータを記憶するようにしたものである。

【0012】また、第8の発明は、1つの目的地までの複数の出発地からの複数の経路の論理和からなるツリー状の経路のデータを記憶するようにしたものである。

【0013】また、第9の発明は、道路地図における分岐点と分岐点間の道路区間の属性データを道路地図データとして記憶しておき、出発地エリアルートネットワークまたは目的地エリアルートネットワークを、道路区間または分岐点の番号と、各道路区間または分岐点の使用の可否を設定する経路データの形で記憶するようにしたものである。

【0014】また、第10の発明は、出発地エリアルートネットワークを予め計算するときに、目的地に対し目的地エリアを設定し、この目的地エリアの境界点の全てを通る経路を求め、上記目的地エリアの周囲を囲む経路削除領域を設けて出発地エリアルートネットワークを得、記憶するようにしたものである。

【0015】また、第11の発明は、目的地エリアルートネットワークを予め計算するときに、出発地に対し出発地エリアを設定し、この出発地エリアの境界点の全てを通る経路を求め、上記出発地エリアの周囲を囲む経路削除領域を設けて目的地エリアルートネットワークを得、記憶するようにしたものである。

【0016】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1による車両経路算出装置を示す構成図である。図1において、1は車両の出発地を設定する出発地設定部、2は目的地を設定する目的地設定部、3は車両の出発地（現在地）が

6

属するエリアである出発地エリアを判定する出発地エリア判定部、4は車両を案内する道路地図を記憶する道路地図記憶メモリ、5は1つの出発地エリアから複数の目的地エリアまでの経路（出発地エリアルートネットワーク）に関する経路データを出発地エリアごとに記憶している出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ、6は道路地図記憶メモリ3と出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5に記憶されているデータの中から、経路算出のために読み込まれたデータを記憶する作業用メモリ、7は目的地までの経路を探索する経路探索処理部である。

【0017】次に各部の構成、及び動作を説明する。図1の出発地設定部1は、車両の車速パルス信号やジャイロ、人工衛星からの電波を用いて自車位置を推定するGPS（Global Positioning System）などの各種センサからの信号と、道路地図記憶メモリ4に記憶される道路地図を基に、車両の現在位置を特定し（ロケータ機能）、現在地付近のノード（道路の分岐点や折曲点）またはリンク（分岐点間の道路区間）を経路算出における出発地点として設定する。

【0018】図1の目的地設定部2は、車載ナビゲーション装置におけるCRTや液晶ディスプレイ等の表示装置に表示される道路地図上でカーソルを移動することによって、あるいは地名、施設名称、電話番号等による検索機能を用いることによって、ユーザが設定した目的地から、目的地付近のノードまたはリンクを経路算出における目的地点として設定する。

【0019】図1の出発地エリア判定部3は、出発地設定部1で設定された出発地がどのエリアに属しているかを判定し、そのエリアを出発地エリアとして出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5に通知する。エリアとしては全国を矩形の領域に分割したもの（図2）や、県などの行政区分に基づいて多角形領域に分割したもの（図3）などを用いることができる。矩形領域に分割した場合、出発地点の座標から出発地エリアを判定することが容易である。

【0020】図1の道路地図記憶メモリ4は、CD-ROM、ICメモリカードや磁気ディスクなどの大容量記憶媒体によって構成され、道路地図データを記憶する。道路地図記憶メモリ4において記憶される道路地図データは、メッシュと呼ばれる矩形領域単位で管理され、メッシュ毎に、道路におけるノードとリンクの接続関係を示すデータや、その属性データを記憶している。メッシュの大きさとしては10km×10kmのメッシュなどが一般に用いられる。ノードは交差点等の道路の分岐点や折曲点を特定するものであり、ノードデータとしては、ノードの番号、当該ノードに接続する隣接ノードの番号、ノードに接続されるリンクの番号、ノードの種別などから構成される。リンクは隣接する分岐点間の道路区間であり、リンクデータはリンク番号、リンクの始点

7

ノード、終点ノード、リンク長、道路の種別、道路幅員、ノードに接続する方向、一方通行などの通行規制データ、所要時間、リンクを構成する補間点などから構成される。

【0021】なお、道路地図記憶メモリ4に記憶される道路地図データは、道路の詳細度に応じて階層化される。経路算出に用いる最も詳細な下位階層の道路地図を以降、レベル0道路地図と呼び、遠方目的地までの主要幹線道路からなる上位の階層の道路地図をレベル1道路地図と呼ぶ。上位の階層の道路地図は下位の階層の道路地図に比べ単位面積あたりのデータ量が少ないため、メッシュ当たりのデータ量を同程度にするため、レベル0のメッシュが10km×10kmである時、レベル1のメッシュの大きさを80km×80kmなどのように大きくとる。階層化を行う理由は、一つには全国の詳細地図を同時に作業用メモリに読み込むのは容量的に困難であるからであり、もう一つの理由は、遠方目的地までの経路探索の際に探索する道路本数を減らす為である。

【0022】上位の階層の道路地図は、道路種別や道路幅員などのリンク属性から重要度の高い幹線道路を選んで作成しても良いが、出発地エリアから目的地エリアに達するのに必要な主要経路をエリア間主要経路として算出し、出発地エリアと目的地エリアの組合せを変えてエリア間主要経路の算出を繰り返し、算出されるエリア間主要経路全ての論理和をとることによって作成しても良い。なお、出発地エリアから目的地エリアまでのエリア間主要経路の算出は、出発地エリアのエリア境界リンクを出発地とし、目的地エリアのエリア境界リンクを目的地として算出した経路を、上記出発地と上記目的地の組合せを変えて繰り返し算出し、算出されたこれらの経路のうち、出発地、目的地となったエリアのエリア境界点から一定距離以上離れた経路部分を主要経路として取り出す。このような経路部分、即ちエリア境界点から一定距離以上はなれたエリア近傍地点間の経路はまとまる傾向にあるため、出発地エリアと目的地エリアを結ぶ主要な道路となる。なお、主要経路を取り出す上記過程で全てのエリア境界リンクに対して経路を求めるが、これは出発地エリア内の上記出発地点から目的地エリア内の目的地点への経路は必ずエリア境界リンクを通るため、出発地エリア境界リンクから目的地境界リンクまでの経路を全て計算しておけば、出発地エリア内の任意の地点から目的地エリア内の任意の地点への経路が、エリア外ではすべて、エリア境界リンク間の経路と一致するためである。

【0023】図4にレベル1のエリア間道路地図の具体的な作成方法を示す。まず、レベル0の道路地図上である出発地エリアの全てのエリア境界リンクから、ある目的地エリアの全てのエリア境界リンクまでの経路を算出し、出発地エリアの周辺と目的地エリアの周辺にそれぞれ枝刈りゾーン（経路削除領域）を設けてエリア近傍の

8

道路を除去し、枝刈りゾーンの外側の経路部分をエリア間主要経路とする。前述のように、エリア境界点付近の経路はエリア境界から離れるに従って少数の経路にまとまる傾向があるため、このようにすると経路を主要なものに整理することができる。枝刈りゾーンは、例えばエリアを1メッシュの大きさで構成したとき、このエリアを取り囲む8メッシュ分の大きさのドーナツ状の領域を枝刈りゾーンとする。このようにして算出されたエリア間主要経路に対し、図5のように、先ず出発地エリアを固定し、目的地エリアを変えて論理和をとり、さらにこのようにして得られた主要経路に対し、出発地エリアを変えてその主要経路の論理和をとっていくことによりレベル1の道路地図が作成される。レベル2の道路地図はレベル1エリア間道路地図をもとにレベル1の道路地図と同様に作成する。同様の処理により、さらに上位の階層の道路地図を作成することもできる。

【0024】これらの経路探索による上位階層道路の作成には非常に計算時間がかかるが、一度EWS (Engineering Work Station)などでこの上位階層地図の作成をすましてしまうと、車載ナビゲーション装置においてこの地図作成処理を行う必要はない。また、道路種別や幅員などの道路属性だけから作成する上位階層道路地図と比べ、下位の道路地図上で経路探索を行った結果を上位階層道路として反映するため、行政上は重要度が低くても実生活上は必要不可欠な道路などがきちんと上位階層道路として選択され、有用性の高い経路が算出されやすい。そして、エリア間の経路算出に必要最小限の道路が選択されるため、余分（冗長）な道路が選ばれず、道路地図の容量を減らすことができる。

【0025】図1の出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5は、1つの出発地エリアから全ての目的地エリアに至るまでの経路（出発地エリアルートネットワーク）に関する経路データを出発地エリア毎に記憶するメモリである。ここで言う、出発地エリアルートネットワークとは1つの出発地エリアから全ての目的地エリアまでの推奨経路をEWSなどの計算機でオフライン算出し、記憶したものである。

【0026】以降、図6～図10を用いて出発地エリアルートネットワークの説明を行う。図6は、1つの出発地点から1つの目的地エリアまでの推奨経路を示す説明図であり、目的地エリアの周りに前述したと同様の枝刈りゾーンを設けて目的地エリア近傍の詳細道路を除去し主要道路のみを抜き出し、1つの出発地点から1つの目的地エリアへ向かう推奨経路を取り出している。この1出発地点から1目的地エリアまでの推奨経路を目的地エリアを順次変えて重ね合わせて、推奨経路の論理和をとっていくと、図7のように1つの出発地点から全ての目的地エリアまでの推奨経路を得ることができる。この1出発地点から全目的地エリアまでの推奨経路は、出発地点を根（root）とするツリー状になり、ツリーの枝から

ツリーの根への求心力を持った経路ツリーとなる。即ち、ツリーの枝をたどって、目的地エリア側から順に道路リンクをたどることにより出発地点から目的地点までの経路が得られる。1地点から複数地点への推奨経路がツリー状になることは、図8のようにBellmanの最適性原理によって証明される。即ち、A地点から他の1地点へ向かう経路が1本であり、AからCへの最短経路がBを通るとき、AからCへの最短経路のAB間の経路は、AからBへの最短経路と一致する。同様に、AからDへの最短経路がBを通るとき、AからDへの最短経路のAB間の経路は、AからBへの最短経路と一致する。従って、1地点Aから複数の地点B、C、Dへの推奨経路を重ね合わせるとツリー状になる。この性質は経路探索の方向にかかわらず成り立つものである。

【0027】なお、推奨経路が完全なツリー状となるのは、2地点間の最短経路が1本で表されるときであり、目的地エリアに対し上記枝刈りゾーンを設ける目的は、出発地点と目的地エリア間の経路の本数を減らし、ツリー度（ツリー構造部分の割合）を上げるためである。ツリー度を上げるためには、上述のように所定距離、離れた地域を枝刈りゾーンとし、枝刈りゾーン内にある全てのリンクをカットしてもよいし、枝刈りゾーン内でカットするリンク数を制限してカットするようにしてもよい。また、枝刈りゾーンを設けず、目的地エリア側のリンクをカットして所定の個数のリンクを残すようにしてもよい。あるいは、1つの出発地点から1つの目的地エリアまでの推奨経路を求める際に、全ての目的地エリア境界リンクまでの経路を算出しないで、1つの目的地エリアに対し1つの代表目的地点を定めて推奨経路を算出すれば、経路の本数が減り、枝刈りゾーンを設けなくてもツリー度が上がる。

【0028】図9は、近畿地区の尼崎のある道路を出発地点として作成した全目的地エリアまでのツリー状の推奨経路の例である。このツリー状の推奨経路を用い、1出発地点から1目的地エリアまでの推奨経路を取り出すときは、当該目的地エリアからツリーの根に向かって順にツリーの枝を辿っていけば良い。さて、この1出発地点から全目的地エリアまでの推奨経路をEWSなどによりオフライン計算して外部記憶メモリなどに記憶しておくと、車載ナビゲーション装置においては道路網上を毎回経路探索を行わなくてもツリーの枝を根に向かって辿るだけで推奨経路の算出ができる。しかし、出発地点は車両によって違うため、1出発地点からの推奨経路だけを記憶すれば良いわけではない。この推奨経路を全出発地点に対して記憶するには膨大な記憶メモリが必要となる。ここで、尼崎と伊丹などのように出発地点が近い2地点から東京などの遠方目的地点までの経路を考えると、出発地点周辺経路は2地点で違いがあるが、名神高速道路に乗った後は、東名高速道路を使って東京に行くという経路は同一であり、2地点からの経路は大部分

が一致する。そこで、ある出発地エリアの全てのエリア境界リンクに対し、各々、全目的地エリアまでの推奨経路を算出し、これら推奨道路を重ね合わせて論理和をとると、1出発地エリアから全目的地エリアまでの推奨経路を示す出発地エリアルートネットワークが得られる。この出発地エリアルートネットワークを外部記憶に保存する。

【0029】図10は、尼崎付近の複数の出発地点に対してそれぞれ作成した全目的地エリアまでのツリー状の推奨経路を重ね合わせて論理和をとったものであり、結果として尼崎付近を出発地エリアとする出発地エリアルートネットワークの例である。出発地エリアルートネットワークの性質としては、出発地エリア近傍はネットワーク状（網目状）になること、遠方は出発地点が変わっても推奨道路はほぼ共通するため、1出発地点から全目的地エリアに向かう推奨経路の性質がのこり、ツリー状になることが挙げられる。遠方がツリー状となることにより、このツリー状の枝を目的地から出発地の方向に向かって辿ればよく、余分な枝の探索が必要なくなり、単に道路地図上を経路探索するより高速に経路の算出を行うことができる。出発地点に近づくにつれて、網の目状になり、単にツリーの枝を辿るだけでは経路算出はできなくなるが、この時には、得られた網の目状の出発地エリアルートネットワーク上を経路探索することにより経路の算出を行う。なお、1出発地点から1目的地エリアまで推奨経路の他にもう一本ほとんどどちらが良いかわからないような代替経路が存在する場合は、遠方の目的地エリアでも出発地点が多少変わると違った推奨経路がでてくることがあり、出発地エリア近傍以外でも網の目状になる場合がある。この場合においても、得られた出発地エリアルートネットワーク上を経路探索することにより経路の算出を行う。以上のように、出発地エリアルートネットワークを用いることにより、たとえ経路探索が必要であっても、必要な経路探索の量を大幅に減らすことができ、高速な経路算出が可能となる。

【0030】出発地エリアルートネットワークの作成法としては、以上説明したように、1出発地点から全目的地エリアまでの推奨経路を出発地エリア内で出発地点を変えて論理和を取る方法の他に、図11に示すように、1出発地エリアの各境界リンクから1目的地エリアに至るまでの推奨経路を目的地エリア周辺を枝刈りして求め、このような推奨経路を目的地エリアを順次変えて論理和を取る方法でも算出できる。

【0031】このようにして作成された出発地エリアルートネットワークは、出発地エリア毎にメモリに記憶されるが、その記憶容量を削減するために、図12に示すように、道路地図データと、道路リンクの使用の可否を示すフラグデータである経路データの形にわけられ、道路地図データは前述の道路地図記憶メモリ4に、経路データは経路データ記憶メモリ5に記憶される。即ち、出

発地エリアルートネットワークは出発地エリア毎に作成しなければならないため、出発地エリアルートネットワークを出発地エリア毎にリンクとノードのデータからなる道路地図として持つと膨大な記憶容量が必要となる。しかし、各出発地エリアルートネットワークは、共通のリンクやノードをその要素として持つため、各出発地エリアルートネットワーク毎にリンク情報やノード情報を持つ必要はない。そのため、リンク情報やノード情報は道路地図として別に持てばよく、出発地エリアルートネットワークを構成するのに必要な情報は、出発地エリアルートネットワークが道路地図上のどのリンクから構成されるかを示す経路データだけである。そこで、実際に出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5に記憶されるのは、道路地図記憶メモリ4に記憶される道路リンクの使用の可否を示す経路データのみである。このように経路データと道路地図データに分けて出発地エリアルートネットワークを構成することによりメモリの容量を減らすことができ、また、経路データを見ながら必要な道路リンクだけを作業用メモリ6に読み込むと作業用メモリの容量も減らすことができる。

【0032】図13に上記のような経路データを用いた出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5の構成例を示す。図13では出発地エリア毎に各リンクに対し、上り方向と下り方向の使用、非使用を設定して、M個の出発地エリアルートネットワークの経路データをテーブルとして記憶するものを示している。図14は経路データ記憶メモリ5の他の構成例を示す。図14ではリンクを構成するノードのノード番号を用いてリンクを特定し、上記ノード番号順に並べられたリンクの、上り方向と下り方向の使用、非使用を設定して、M個の出発地エリアルートネットワークの経路データをテーブルとして記憶する。なお、リンクの特定の仕方としては、各ノードに接続する角度を用いて特定してもよい。また、1つのリンクの上り方向と下り方向に対し、別々のリンク番号を付け、それぞれの使用の可否を設定するようにしてもよい。

【0033】経路データ記憶メモリ5の構成としては、この他、上り下り方向を特定せず、単に各リンクの使用、非使用を設定するものや、各ノードの使用、非使用を設定して、M個の出発地エリアルートネットワークの経路データをテーブルとして記憶するようにしてもよい。この場合に得られる出発地エリアルートネットワークには、ツリーを構成する各使用リンクに方向性情報がないが、経路データの記憶容量が少なくなり、省メモリ化に効果がある。なお、経路の算出は、得られたこの出発地エリアルートネットワークに対して探索すればよく、単に道路地図上を経路探索するより高速に経路の算出ができる。

【0034】図1の作業用メモリ6は、高速に読み書きが可能なRAM(Random Access Memory)などから構成

され、道路地図記憶メモリ4と出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5から、出発地エリア判定部3で判定された出発地エリアの出発地エリアルートネットワークを読み込むとともに、出発地エリア周辺、及び目的地が属する目的地エリア周辺の道路地図を読み込む。また、経路探索処理部7の作業用メモリとしても使われる。

【0035】図1の経路探索処理部7は、作業用メモリ6に記憶される出発地エリア周辺の道路地図と、目的地エリア周辺の道路地図と、出発地エリアルートネットワーク上で、目的地から出発地に向けて経路探索を行う。ここで用いられる経路探索手法はダイクストラ法、ポテンシャル法など、既存の経路探索手法で良い。出発地エリアと目的地エリア間では出発地エリアルートネットワーク上に限定して経路探索を行うため、道路地図上を単に経路探索するより経路探索速度の大幅な向上が見込まれる。出発地エリアルートネットワーク上の探索は、実際には道路地図上で、経路データを見ながら道路リンクの使用の可否を示すフラグが使用になっている道路のみを探索していくが、出発地エリアルートネットワークは経路ツリーの論理和であるため、出発地エリアへの求心力を持ち、目的地エリア側から経路探索を行なうことにより、余分な枝の探索をせず、出発地エリア方向に向かって探索が進む。また、出発地エリアルートネットワークは、出発地(現在地)近傍が網の目上となることにより、出発地エリア近傍において、動的な交通情報を利用して混雑道路を避けた経路探索を行うことが出来、代替路の算出が可能である。一般にリアルタイムの交通情報が信頼できるのはせいぜい30分程度先までであるといわれており、代替路を算出する範囲も出発地近傍の20～30Km程度先までで良いと考えられる。

【0036】次に、図15を用いて出発地エリアルートネットワークを用いた車載機における経路算出処理の流れを示す。図15の左側は経路算出のフローチャート、右側は各ステップにおける動作を説明した説明図である。車両において出発地点は現在地点だと考えられる。そこで、ドライバーが目的地設定、経路探索開始などの経路算出処理を指定する前から車載機においては現在地を出発地とした出発地設定が自動的になされていると考えられる。出発地設定部1で出発地(現在地)が設定されると(ステップ8)、出発地エリア判定部3において、出発地点が属する出発地エリアを判定し、ステップ9では、道路地図記憶メモリ4から出発地エリアの道路地図データを作業用メモリ6に読み込み、道路地図記憶メモリ4と出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5から、出発地エリアルートネットワークを作業用メモリ6に読み込む。実際には出発地エリアルートネットワークは道路地図データと経路データによって構成されるため、出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5から当該出発地エリアか

ら全目的地エリアまでの経路データを、そして道路地図記憶メモリ4から、経路データが対応する範囲の道路地図データを作業用メモリ6に読み込む。目的地設定部2によりドライバーによって目的地が設定されると(ステップ10)、ステップ11で道路地図記憶メモリ4から目的地エリアとその周辺部分、即ち枝刈りゾーンで枝を除去した部分の道路地図を作業用メモリ6に読み込む。ステップ12でドライバーによって経路算出開始が指示されると、ステップ13において、目的地から逆方向に、目的地周辺道路探索→出発地エリアルートネットワーク探索→出発地周辺道路探索、と探索を進める。出発地エリアルートネットワーク上の探索は経路データにおけるリンク使用の可否フラグを見ながらリンク使用可の道路のみを探索していく。従来の逆方向経路探索と同様、出発地点まで経路探索が終わった時点で探索終了である。

【0037】なお、従来の探索手法と同様に、出発地からと目的地からとの双方向探索や、探索領域限定などを行うこともできる。以上の経路算出フローからわかるように、出発地エリアルートネットワーク、及び出発地(現在地)付近の道路は事前に作業用メモリ6に読み込んでおくことができ、ドライバーが目的地を設定してから行う処理は、目的地周辺道路の読み込みと経路探索だけであるため、高速な経路算出が可能となる。

【0038】ここではある出発地に対する、全ての目的地を含む出発地エリアルートネットワーク情報を作業用メモリに一度に読み込むものを示したが、ステップ9で、目的地情報を利用するフローとすれば、その目的地に対応して、方向などを制限した出発地エリアルートネットワークのみを読み込めばよく、作業用メモリ6の容量が小さくてすむ。

【0039】また、上記実施の形態では車両の経路を算出するものを示したが、ウォーキングナビゲータ等、他の用途における経路算出装置としても使用できる。

【0040】実施の形態2. 次にこの発明の他の実施の形態による車両経路算出装置を説明する。実施の形態2に示すものは、上記実施の形態1において、経路データ記憶メモリ5における経路データの記憶容量をさらに削減するために、出発地エリアが近い出発地エリアルートネットワークの類似性を利用して、出発地エリアの階層化によるエリアルートネットワークの階層化を行うものである。例えば、京都付近を出発地エリアとする経路と、大阪付近を出発地エリアとする経路とでは、名古屋以東、岡山以西では大部分が一致すると考えられる。このように距離が近い2出発地エリアの出発地エリアルートネットワークは遠方地域において大部分が一致すると考えられる。そこで、近傍の幾つかの出発地エリアを束ねて、より大きい出発地エリア(例えば関西エリアのような)を作り、その大きい出発地エリアに対して全国をカバーする出発地エリアルートネットワークを作成す

る。これにより、小さい出発地エリアに対する出発地エリアルートネットワークは全国をカバーする必要はなく、また、大きい出発地エリアに対する全国をカバーする出発地エリアルートネットワークは個数が少なく済むため、全体としての出発地エリアルートネットワークを構成する経路データの記憶容量を大幅に削減することができる。

【0041】図16は、出発地エリアを小エリア、中エリア、大エリアの3種類に分けたときの例を示している。小エリアに対する出発地エリアルートネットワークは自分の周りの狭い範囲の領域のみをカバーする。中エリアに対する出発地エリアルートネットワークはやや広めの範囲の領域をカバーする。大エリアに対する出発地エリアルートネットワークは全国をカバーする。出発地エリア判定部3では、自車がどの小エリア、中エリア、大エリアに属するかを判定し、経路探索処理部7により、それぞれの出発地エリアに対する出発地エリアルートネットワークを作業用メモリ6に読み込む。この3つの出発地エリアルートネットワークを図16の右側に示すように順に重ね合わせると、1つの小エリアから全国の目的地エリアまでの経路をカバーする出発地エリアルートネットワークとなる。

【0042】次に、図17を用いて、出発地エリアを例えば2段階に階層化したときの出発地エリアルートネットワークの作成方法について詳細に説明する。図に示すように、出発地エリアとして、例えば10Km四方の大きさの小エリア(レベル0のメッシュと同じ大きさ)と、80Km四方の大きさの大エリア(レベル1のメッシュと同じ大きさ)を用意する。小エリアの出発地エリアルートネットワークは、そのエリア近傍の、レベル1の道路よりなるメッシュを複数枚あわせて、例えば240Km四方の大きさで構成する。大エリアの出発地エリアルートネットワークは、全国を網羅し、レベル2の道路から構成される。

【0043】大エリアの出発地エリアルートネットワークの作成はオフライン計算の高速化のためレベル2道路地図上で行なうが、本来エリアルートネットワークは出発地エリア境界の全てのリンクから全ての目的地エリア境界リンクまでの推奨経路であるから、エリア境界のレベル0リンクとレベル1リンクを図18に示すように、レベル2リンクに対応付けておく。目的地エリア側でも同様にエリア境界リンクへの対応付けを行なう。このような対応付けのもとで、まず1本の出発地エリア境界リンクからある目的地エリアまでの推奨道路を求め、出発地エリア境界リンクを順次変えて推奨道路を求め、次に目的地を順次変えて得た経路の論理和をとることにより、大エリアの出発地エリアルートネットワークを得る。

【0044】小エリアの出発地エリアルートネットワークの作成はレベル1道路地図上で行なうが、大エリアの

出発地エリアルートネットワークと同様、エリア境界のレベル0リンクをレベル1リンクに対応付けておく。

【0045】次に、図15、及び図19、図20、図21を用いて、階層化された出発地エリアルートネットワークを用いた車載機における経路算出処理の流れを説明する。図19、図20、図21はそれぞれ、図15のステップ9、ステップ11、ステップ13を詳細に示したものである。まず、ナビゲーションシステムが起動した段階で、レベル2の道路地図データをすべて道路地図記憶メモリ4から作業用メモリ6に読み込む。ステップ8で出発地（現在地）が確定すると、図19のステップ91では、道路地図記憶メモリ4から作業用メモリ6に、出発地近傍のレベル0の道路地図データを読み込む。次にステップ92で、出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5から、小エリアの出発地エリアルートネットワークの経路データを、ステップ93で、道路地図記憶メモリ4から出発地周辺のレベル1の道路地図データを作業用メモリ6に読み込み、小エリアの出発地エリアルートネットワークを得る。次にステップ94で、経路データ記憶メモリ5から、大エリアの出発地エリアルートネットワークの経路データを読み込み、既に読み込まれているレベル2の地図とともに大エリアの出発地エリアルートネットワークを得る。次にステップ95では、出発地近傍のレベル0の地図上を出発地から経路探索して出発地周辺のレベル1のノードと接続する経路を最大N1o本見つけておく。次にステップ10で目的地が設定されると、図20のステップ111では、道路地図記憶メモリ4から作業用メモリ6に、目的地近傍のレベル0の道路地図データを読み込む。次にステップ112で、目的地近傍のレベル0の地図上を目的地から逆方向に経路探索して目的地周辺のレベル1のノードと接続する経路を最大N1d本見つける。ステップ113では目的地周辺のレベル1の道路地図データを読み込む。次にステップ12で経路探索の開始が指示されると、図21のステップ131では、先ず最初に目的地周辺のレベル1の道路地図上を、逆方向に探索し、目的地周辺のレベル1の地図における前記ノード（最大N1d個）から、大エリアの出発地エリアルートネットワーク上のレベル2のノードと接続する経路を最大N2本見つける。次にステップ132で、見つけたレベル2のノードから、出発地周辺のレベル1のノード（最大N1o個）に向けて、レベル2の道路上では大エリアの出発地エリアルートネットワーク上を、出発地周辺のレベル1の道路上では小エリアの出発地エリアルートネットワーク上を経路探索する。次にステップ133では、出発地周辺のレベル1のノードの中から、出発地からの探索コストと目的地までの探索コストの和が最小となるノードを選び出す。ステップ134では、選び出されたノードから目的地までの経路を抽出し、出発地から選び出された上記ノードまでの経路と合わせて出発地から目的

地までの経路を得る。

【0046】実施の形態3. 図22はこの発明の実施の形態3による車両経路算出装置を示す構成図である。図22において、14は車両の目的地が属するエリアである目的地エリアを判定する目的地エリア判定部、15は1つの目的地エリアから複数の出発地エリアまでの経路（目的地エリアルートネットワーク）に関する経路データを目的地エリアごとに記憶している目的地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリである。

【0047】実施の形態3では、実施の形態1における出発地エリアルートネットワークの代わりに、1つの目的地エリアまでの複数の出発地エリアからの経路を、目的地エリアルートネットワークとして予めオフラインで算出し、メモリに記憶しておく。目的地エリアルートネットワークは、出発地エリアルートネットワークと同様に算出でき、先ず、1つの出発地エリアから1つの目的地までの推奨経路を、出発地エリアを順次変えて算出し、これらの推奨経路を重ね合わせて、1つの目的地点までの全ての出発地エリアからの推奨経路を得る。次に、目的地エリアの全てのエリア境界リンクまでの全出発地エリアからの推奨経路を算出し、これら推奨道路を重ね合わせて論理和をとり、1目的地エリアまでの全出発地エリアからの推奨経路を示す目的地エリアルートネットワークを得る。あるいは、1出発地エリアから1目的地エリアまでの推奨経路を出発地エリア周辺を枝刈りして求め、このような推奨経路を出発地エリアを順次変えて論理和を取る方法でも算出できる。一例として、尼崎付近を目的地エリアとする目的地エリアルートネットワークを求めると、図10と同様のものとなり、図10の出発地エリアが目的地エリアとなったものとなる。目的地エリアルートネットワークの性質としては、出発地エリアルートネットワークと同様に、目的地エリア近傍はネットワーク状（網目状）になること、遠方はツリー状になることが挙げられる。

【0048】このようにして作成された目的地エリアルートネットワークは、道路地図記憶メモリ4と、目的地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ15に、実施の形態1と同様に、道路地図データと経路データの形で記憶される。

【0049】なお、経路データ記憶メモリ15における経路データの記憶容量をさらに削減するために、目的地エリアに近い目的地エリアルートネットワークの類似性を利用して、実施の形態2と同様に、目的地エリアの階層化によるエリアルートネットワークの階層化を行うとよい。これにより、小さい目的地エリアに対する目的地エリアルートネットワークは全国をカバーする必要はなく、また、大きい目的地エリアに対する全国をカバーする目的地エリアルートネットワークは個数が少なく済むため、全体としての目的地エリアルートネットワークの経路データの記憶容量を大幅に削減することができ

る。

【0050】図23は目的地エリアを小エリア、中エリア、大エリアの3種類に分けたときの例を示している。小エリアに対する目的地エリアルートネットワークは自分の周りの狭い範囲の領域のみをカバーする。中エリアに対する目的地エリアルートネットワークはやや広めの範囲の領域をカバーする。大エリアに対する目的地エリアルートネットワークは全国をカバーする。目的地エリア判定部14では、目的地がどの小エリア、中エリア、大エリアに属するかを判定し、経路探索処理部7によ

り、それぞれの目的地エリアに対する目的地エリアルートネットワークを作業用メモリ6に読み込む。この3つの目的地エリアルートネットワークを図23の右側に示すように順に重ね合わせると、1つの小エリアから全国の目的地エリアまでの経路をカバーする目的地エリアルートネットワークとなる。

【0051】次に、図24を用いて目的地エリアルートネットワークを用いた車載機における経路算出処理の流れを示す。図24の左側は経路算出のフローチャート、右側は各ステップにおける動作を説明した説明図である。目的地設定部2でドライバーによって目的地が設定されると(ステップ16)、ステップ17では、目的地エリア判定部14において、目的地点が属する目的地エリアを判定し、道路地図記憶メモリ4から目的地エリアの道路地図データを作業用メモリ6に読み込み、道路地図記憶メモリ4と目的地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ15から目的地エリアルートネットワークを作業用メモリ6に読み込む。実際には目的地エリアルートネットワークは道路地図データと経路データによって構成されるため、目的地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ15から当該目的地エリアから全出発地エリアまでの経路データを、そして道路地図記憶メモリ4から、経路データが対応する範囲の道路地図データを作業用メモリ6に読み込む。ここで作業用メモリ6への目的地エリアルートネットワークの読み込みは前記大、中、小エリアの全てを読み込むものとするが、ステップ17で出発地情報を利用できるフローとすれば、出発地に応じて必要最小限の階層の目的地エリアルートネットワークを読み込めばよく、必要メモリを削減できる。出発地設定部1により出発地が設定されると(ステップ18)、ステップ19で道路地図記憶メモリ4から出発地が属する出発地エリアとその周辺部分、即ち枝刈りゾーンで枝を除去した部分の道路地図データを作業用メモリ6に読み込む。ステップ20でドライバーによって経路算出開始が指示されると、ステップ21において、出発地から順方向に、出発地周辺道路探索→目的地エリアルートネットワーク探索→目的地周辺道路探索、と探索を進める。目的地エリアルートネットワーク上の探索は経路データにおけるリンク使用の可否フラグを見ながらリンク使用可の道路のみを探索していく。目的地

点まで経路探索が終わった時点で探索終了である。目的地エリアルートネットワークが階層化されている場合、これを重ね合わせて得られる経路はツリー性を備えているので、目的地近傍での網目状道路の経路探索を行う必要性が減少するという効果もある。この効果は出発地エリアルートネットワークを階層化した場合にも同様に期待できる。

【0052】目的地エリアルートネットワークを用いた実施の形態3のものでは、実際の運転時において、推奨経路のルートをはずれた場合や、動的な交通情報を用いて、再計算を頻繁に(例えば10分毎)行いたい場合でも、目的地は変わらないため、すでに作業用メモリ6に読み込まれた目的地エリアルートネットワークを用い、出発地エリアを設定しなおして、ステップ18より再度、経路算出を行えばよく、メモリ15から新たにルートネットワークの経路データを読み込む必要がないので、即座に再探索が行える。

【0053】実施の形態4. 図25はこの発明の実施の形態4による車両経路算出装置を示す構成図である。実施の形態4は、実施の形態2における階層化した出発地エリアルートネットワークと、実施の形態3における目的地エリアルートネットワークの両方を用いて、経路探索を行なうものである。実施の形態2において、目的地エリア周辺の経路探索、即ち、大エリアの出発地エリアルートネットワークの作成時に除去した枝刈りゾーン部の探索は、単に、目的地エリアとその周辺の枝刈りゾーン部の道路地図を読み込んで経路探索したが、実施の形態4では小エリアの目的地エリアルートネットワークを用いて行なう。

【0054】図26は実施の形態4における経路算出処理の流れを示す。図26の左側は経路算出のフローチャート、右側は各ステップにおける動作を説明した説明図である。出発地設定部1で出発地が設定されると(ステップ22)、ステップ23では、出発地エリア判定部3において、出発地点が属する出発地エリアを判定し、道路地図記憶メモリ4から出発地エリアの道路地図データを作業用メモリ6に読み込み、道路地図記憶メモリ4と出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5から、その出発地エリアに対する出発地エリアルートネットワークを構成する道路地図データと経路データを作業用メモリ6に読み込む。なお、読み込まれる出発地エリアルートネットワークは階層化されている。目的地設定部2によりドライバーによって目的地が設定されると(ステップ24)、ステップ25では、目的地エリア判定部14において、目的地点が属する目的地エリアを判定し、道路地図記憶メモリ4から目的地エリアの道路地図データを作業用メモリ6に読み込み、道路地図記憶メモリ4と目的地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ15から、その目的地エリアに対する小エリアの目的地エリアルートネットワークを構成する道

路地図データと経路データを作業用メモリ6に読み込む。ステップ26でドライバーによって経路算出開始が指示されると、ステップ27において、目的地から出発地へ逆方向に探索を進める。即ち、目的地周辺道路探索→出発地エリアルートネットワーク探索→出発地周辺道路探索と経路探索を行う場合、目的地エリア付近での経路探索は、作業用メモリ6に小エリアの目的地エリアルートネットワークが記憶されているので、この小エリアの目的地エリアルートネットワークを用いることにより、容易に出発地エリアルートネットワーク上に達する経路が探索でき、目的地エリア付近の経路探索が高速化される。

【0055】以下、実施の形態4における経路探索の詳細を目的地が遠距離の場合を例として示す。出発地エリア道路地図及び出発地エリアルートネットワークは実施の形態2と同様の大きさで階層化されているとする。また、目的地エリアはレベル0のメッシュと同じ大きさで、例えば10Km四方の大きさであり、小エリアの目的地エリアルートネットワークの大きさは、レベル1(80Km×80Km)のメッシュを複数枚あわせて、例えば240Km四方の大きさで構成する。

【0056】図27、図28、図29はそれぞれ、図26のステップ23、ステップ25、ステップ27を詳細に示したものである。まず、ナビゲーションシステムが起動した段階で、レベル2の道路地図データをすべて道路地図記憶メモリ4から作業用メモリ6に読み込む。ステップ22で出発地(現在地)が確定すると、図27のステップ231では、道路地図記憶メモリ4から作業用メモリ6に、出発地近傍のレベル0の道路地図データを読み込む。次にステップ232で、出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ5から、小エリアの出発地エリアルートネットワークの経路データを、ステップ233で、道路地図記憶メモリ4から出発地周辺のレベル1の道路地図データを作業用メモリ6に読み込み、小エリアの出発地エリアルートネットワークを得る。次にステップ234で、経路データ記憶メモリ5から、大エリアの出発地エリアルートネットワークの経路データを読み込み、既に読み込まれているレベル2の地図とともに大エリアの出発地エリアルートネットワークを得る。次にステップ235では、出発地近傍のレベル0の地図上を出発地から経路探索して出発地周辺のレベル1のノードと接続する経路を最大N10本見つけておく。次にステップ24で目的地が設定されると、図28のステップ251では、道路地図記憶メモリ4から作業用メモリ6に、目的地近傍のレベル0の道路地図データを読み込む。次にステップ252で、目的地近傍のレベル0の地図上を目的地から逆方向に経路探索して目的地周辺のレベル1のノードと接続する経路を最大N1d本見つける。ステップ253では目的地周辺のレベル1の道路地図データを読み込み、さらにステップ254で小

エリアの目的地エリアルートネットワークの経路データを読み込み、小エリアの目的地エリアルートネットワークを得る。次にステップ26で経路探索の開始が指示されると、図29のステップ271では、先ず最初に小エリアの目的地エリアルートネットワーク上を、逆方向経路探索し、目的地周辺のレベル1の地図における前記ノード(最大N1d個)から、大エリアの出発地エリアルートネットワーク上のレベル2のノードと接続する経路を最大N2本見つける。次にステップ272で、見つけたレベル2のノードから、出発地周辺のレベル1のノード(最大N10個)に向けて、レベル2の道路上では大エリアの出発地エリアルートネットワーク上を、出発地周辺のレベル1の道路上では小エリアの出発地エリアルートネットワーク上を逆方向に経路探索する。階層化されたエリアルートネットワークを重ねた経路はツリー性を備えているので、逆方向探索が容易である。次にステップ273では、出発地周辺のレベル1のノードの中から、出発地からの探索コストと目的地までの探索コストの和が最小となるノードを選び出す。ステップ274では、選び出されたノードから目的地までの経路を抽出し、出発地から選び出された上記ノードまでの経路と合わせて出発地から目的地までの経路を得る。

【0057】なお、上記実施の形態4のステップ27において、目的地から出発地へ逆方向に探索を進めるかわりに、出発地から目的地に順方向に探索を進めてもよい。この場合は、出発地周辺道路探索→目的地エリアルートネットワーク探索→目的地周辺道路探索と探索を進めるが、出発地エリア付近では、作業用メモリ6に記憶されている出発地エリアルートネットワークを用いることにより、容易に目的地エリアルートネットワーク上に達する経路が探索でき、出発地エリア付近の経路探索が高速化される。なお、先ず出発地と目的地の間にそれぞれの大エリアルートネットワーク上で中継点を見つけ、その中継点からそれぞれ出発地と目的地に向かって大エリアルートネットワークと小エリアルートネットワークを順に求心方向に経路探索を行ってもよく、同様に経路のツリー性を利用して高速の経路探索が可能である。

【0058】実施の形態5。図30は、出発地エリアルートネットワークと目的地エリアルートネットワークの両方を用いた他の経路探索の方法を説明する説明図である。出発地エリアルートネットワークや目的地エリアルートネットワークは出発地エリアや目的地エリア付近の経路が網の目状になり、出発地エリアや目的地エリア付近の代替経路算出は、第1経路上のリンクコストを増大させて、優先度を低下させたり、リンクコストの基準を変えたりして算出できる。しかし、東京大阪間のように遠距離の場合、ツリー状なので経路計算は速いが、自由度が減り、東名高速と中央高速のような代替経路を算出するのが難しくなる。実施の形態5は、これを解決する

1つの実施の形態である。図30に示すように、出発地エリアルルートネットワークと目的地エリアルルートネットワークの両方を用い、目的地エリアルルートネットワークが出発地エリアルルートネットワークに最初に出会う地点Eを通過するように算出される第1経路を求める他、第2番目に出会う地点Fを通過するように算出される第2経路等、第N番目に出会う地点を通過するように算出される第N経路まで、1出発地、1目的地の組に対して複数本の経路の算出を行なう。また、この際、図30のように、各ルートネットワークとして比較的大エリアのル

ートネットワークを用いれば、第1経路と第N経路が全く重複しない経路が算出される可能性が増し、運転者の多彩なニーズに応えることができ、また、交通流の分散効果も期待できる。

【0059】代替経路を算出する他の方法としては、有料道路優先やフェリー優先等の数種類の条件で各々作成した複数の出発地エリアルルートネットワークや目的地エリアルルートネットワークを探索オプションとして用意し、切り替えて使用するようにしてもよい。また、いくつかの探索オプション毎に作成されたエリアルルートネットワークの論理和をとり、車載ナビゲーションシステムにおけるオンライン経路探索時に、探索オプションによってリンクコストを変えたり、もしくは迂回したい地点のリンクコストを大きくして、得られたエリアルルートネットワーク（論理和をとったもの）上を探索するようにしてもよい。この場合、得られたエリアルルートネットワークは網の目状に近づき、ツリー度が減少するので、経路探索速度は遅くなるが、経路探索の自由度が増す。また、出発地と目的地に対し、代替経路を通る経由地を手動設定、または知識ベースなどにより経由地を自動設定し、この経由地を目的地とした経路を先ず求め、次に上記経由地を出発地として目的地または次の経由地までの経路を求めて、代替経路を求めるようにしてもよい。さらに、手作業によりエリアルルートネットワークを加工し、代替経路として算出したい部分をつないでネット状にしておいてもよい。

【0060】なお、上記実施の形態1ないし5では、出発地（または目的地）が設定されると、その出発地エリア（または目的地エリア）に対するエリアルルートネットワークが全ての方向にわたって読み込まれていたが、エリアルルートネットワークを読み込む際に、目的地（あるいは出発地）に応じて、エリアルルートネットワークを方向により分割し、読み込むデータ量を減らすようにしてもよい。

【0061】

【発明の効果】以上のように、第1の発明によれば、あらかじめ1つの出発地エリアから複数の目的地エリアまでの経路を出発地エリアルルートネットワークとして計算しておき、各出発地エリア毎に計算された複数の出発地エリアルルートネットワークをメモリに記憶し、運転時に

車両の出発地に対応した出発地エリアルルートネットワークを読みだし、この出発地エリアルルートネットワークを用いて、出発地から目的地までの案内経路を探索をするようにしたので、必要メモリが少なく済み、また余分な経路探索が必要でなく、ツリー状の経路を辿るだけで高速な経路算出が可能となる。

【0062】また、第2の発明によれば、あらかじめ1つの目的地エリアまでの複数の出発地エリアからの経路を目的地エリアルルートネットワークとして計算しておき、各目的地エリア毎に計算された複数の目的地エリアルルートネットワークをメモリに記憶し、運転時に車両の目的地に対応した目的地エリアルルートネットワークを読みだし、この目的地エリアルルートネットワークを用いて、出発地から目的地までの案内経路を探索をするようにしたので、上記と同様、必要メモリが少なく済み、また余分な経路探索が必要でなく、ツリー状の経路を辿るだけで高速な経路算出が可能となる。さらに、車両が案内経路をはずれた時にも、途中で新たに出発地エリアを設定しなおすことができるので、目的地エリアルルートネットワークを新たに読み込む必要がなく、即座に車両の現在地点から目的地までの経路を算出できる。

【0063】また、第3の発明によれば、出発地エリアルルートネットワークと目的地エリアルルートネットワークの両方をメモリに記憶し、運転時に車両の出発地と目的地に対応した出発エリアルルートネットワークと目的地エリアルルートネットワークを読みだし、両方を用いて、出発地から目的地までの案内経路を探索をするようにしたので、出発地、目的地共にツリー状の経路を辿ることができ、経路探索がさらに高速化される。

【0064】また、第4の発明によれば、出発地エリアを階層化し、小さい出発地エリアに対しては小さい出発地エリアの近傍の目的地エリアまでの出発地エリアルルートネットワークを計算し、大きい出発地エリアに対しては大きい出発地エリアからさらに遠方の目的地エリアまでの出発地エリアルルートネットワークを計算し、小さい出発地エリアから大きい出発地エリアまでの複数の出発地エリアルルートネットワークを重ね合わせることにより、小さい出発地エリアから遠方の複数の目的地エリアまでの経路を得るようにしたので、全ての出発地エリアルルートネットワークを記憶する際に必要となる記憶容量を減らすことができる。

【0065】また、第5の発明によれば、目的地エリアを階層化し、小さい目的地エリアに対しては小さい目的地エリアの近傍の出発地エリアまでの目的地エリアルルートネットワークを計算し、大きい目的地エリアに対しては大きい目的地エリアからさらに遠方の出発地エリアまでの目的地エリアルルートネットワークを計算し、小さい目的地エリアから大きい目的地エリアまでの複数の目的地エリアルルートネットワークを重ね合わせることにより、小さい目的地エリアから遠方の複数の出発地エリア

までの経路を得るようにしたので、全ての目的地エリアルートネットワークを記憶する際に必要となる記憶容量を減らすことができる。

【0066】また、第6の発明によれば、車両を案内する詳細道路を網羅する下位階層の道路地図に加え、1出発地エリアと1目的地エリアを結ぶエリア間主要経路を、出発地エリアと目的地エリアの組合せを変えて下位階層の道路地図上で経路計算し、算出された複数のエリア間主要経路の論理和をとることにより上位階層の道路地図を作成したので、作成された上位階層の道路地図は必要最小限の道路からなり、道路本数の削減による経路算出の高速化、省メモリ化が期待できる。また、行政上の重要度等から上位階層道路を作成するのではなく、あらかじめ下位階層の道路で経路探索を行い算出された幹線道路を上位階層の道路とするために有用性の高い経路が算出されやすい。

【0067】また、第7の発明によれば、1つの出発地から複数の目的地までの複数の経路の論理和からなるツリー状の経路のデータを使って経路探索するようにしたので、目的地側から順にツリーの枝をたどることにより出発地点から目的地点までの経路が容易に得られる。

【0068】また、第8の発明によれば、1つの目的地までの複数の出発地からの複数の経路の論理和からなるツリー状の経路のデータを使って経路探索するようにしたので、出発地側から順にツリーの枝をたどることにより出発地点から目的地点までの経路が容易に得られる。

【0069】また、第9の発明によれば、道路地図におけるリンクの属性データを道路地図データとして記憶しておき、出発地エリアルートネットワークまたは目的地エリアルートネットワークを、リンクやノードの番号と、各リンクやノードの使用の可否を設定する経路データの形で記憶するようにしたので、必要となる出発地エリアルートネットワークまたは目的地エリアルートネットワークの経路データの記憶容量を減らすことができる。

【0070】また、第10の発明によれば、出発地エリアルートネットワークを予め計算するときに、目的地に対し目的地エリアを設定し、この目的地エリアの境界点の全てを通る経路を求め、上記目的地エリアの周囲を囲む経路削除領域を設けて出発地エリアルートネットワークを得るようにしたので、出発地エリアルートネットワークのツリー度が上がり、経路探索の量を大幅に減らすことができ、高速な経路算出が可能となる。

【0071】また、第11の発明によれば、目的地エリアルートネットワークを予め計算するときに、出発地に対し出発地エリアを設定し、この出発地エリアの境界点の全てを通る経路を求め、上記出発地エリアの周囲を囲む経路削除領域を設けて目的地エリアルートネットワークを得るようにしたので、目的地エリアルートネットワークのツリー度が上がり、経路探索の量を大幅に減らす

ことができ、高速な経路算出が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による車両経路算出装置を示す構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態1に係わるエリアの構成例を説明する説明図である。

【図3】 この発明の実施の形態1に係わるエリアの他の構成例を説明する説明図である。

10 【図4】 この発明の実施の形態1に係わる道路地図データにおけるエリア間主要経路の取り出し方を示す説明図である。

【図5】 この発明の実施の形態1に係わる上位階層の道路地図の作成方法を示す説明図である。

【図6】 この発明の実施の形態1に係わる出発地エリアルートネットワークの作成方法を示す説明図である。

【図7】 この発明の実施の形態1に係わる出発地エリアルートネットワークの作成方法を示す説明図である。

【図8】 Bellman の最適性原理を説明する説明図である。

20 【図9】 この発明の実施の形態1に係わる出発地エリアルートネットワークの作成方法を示す説明図である。

【図10】 この発明の実施の形態1に係わる出発地エリアルートネットワークを示す説明図である。

【図11】 この発明の実施の形態1に係わる出発地エリアルートネットワークの他の作成方法を示す説明図である。

【図12】 この発明の実施の形態1に係わる出発地エリアルートネットワークの構成を示す説明図である。

30 【図13】 この発明の実施の形態1に係わる出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリの構成を示す説明図である。

【図14】 この発明の実施の形態1に係わる出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリの他の構成を示す説明図である。

【図15】 この発明の実施の形態1に係わる経路探索処理部の動作を示す説明図である。

【図16】 この発明の実施の形態2に係わる出発地エリアルートネットワークの構成を示す説明図である。

40 【図17】 この発明の実施の形態2に係わる出発地エリアルートネットワークの作成方法を説明する説明図である。

【図18】 この発明の実施の形態2に係わる出発地エリアルートネットワークの作成方法を説明する説明図である。

【図19】 この発明の実施の形態2に係わる路探索処理部の動作を示すフローチャートである。

【図20】 この発明の実施の形態2に係わる路探索処理部の動作を示すフローチャートである。

50 【図21】 この発明の実施の形態2に係わる路探索処理部の動作を示すフローチャートである。

25

【図22】 この発明の実施の形態3による車両経路算出装置を示す構成図である。

【図23】 この発明の実施の形態3に係わる目的地エリアルートネットワークの他の構成を示す説明図である。

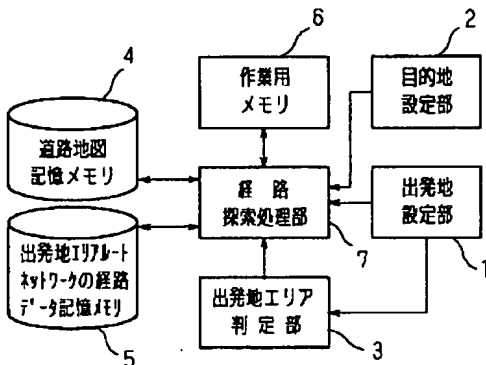
【図24】 この発明の実施の形態3に係わる経路探索処理部の動作を示す説明図である。

【図25】 この発明の実施の形態4による車両経路算出装置を示す構成図である。

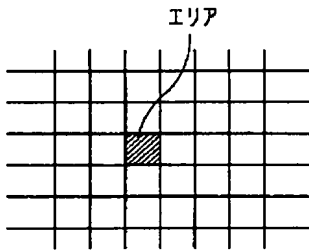
【図26】 この発明の実施の形態4に係わる経路探索処理部の動作を示す説明図である。

【図27】 この発明の実施の形態4に係わる経路探索処理部の動作を示すフローチャートである。

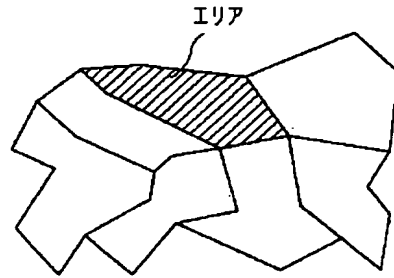
【図1】



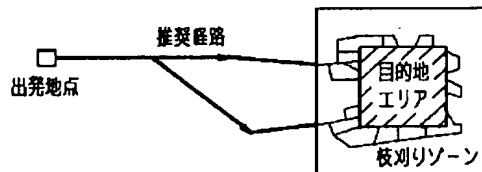
【図2】



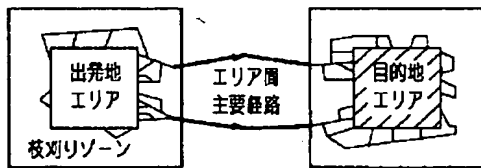
【図3】



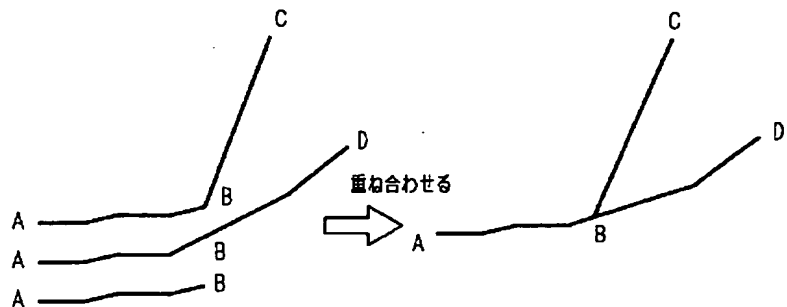
【図6】



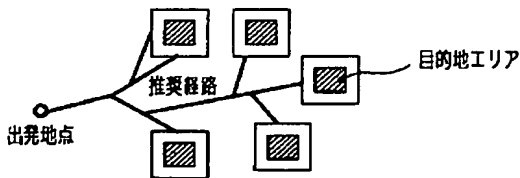
【図4】



【図8】



【図7】



26

【図28】 この発明の実施の形態4に係わる経路探索処理部の動作を示すフローチャートである。

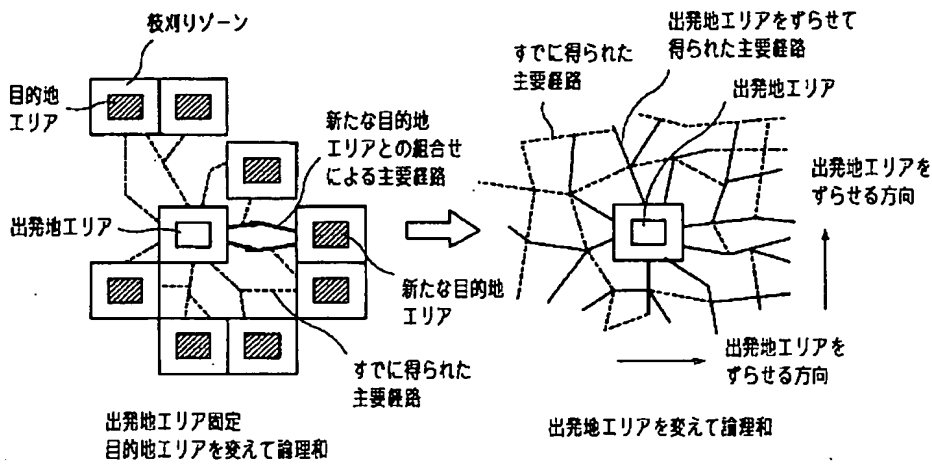
【図29】 この発明の実施の形態4に係わる経路探索処理部の動作を示すフローチャートである。

【図30】 この発明の実施の形態5による車両経路算出装置の動作を説明する説明図である。

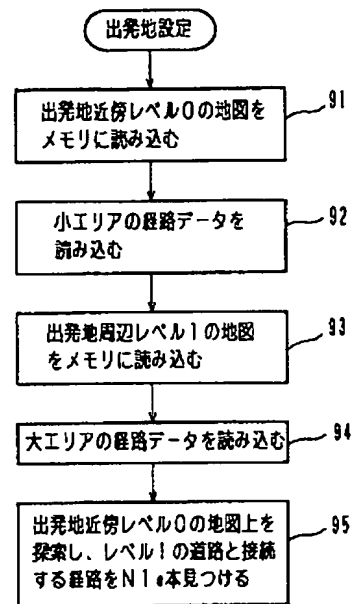
【符号の説明】

1 出発地設定部、2 目的地設定部、3 出発地エリア判定部、4 道路地図記憶メモリ、5 出発地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ、6 作業用メモリ、7 経路探索処理部、14 目的地エリア判定部、15 目的地エリアルートネットワークの経路データ記憶メモリ。

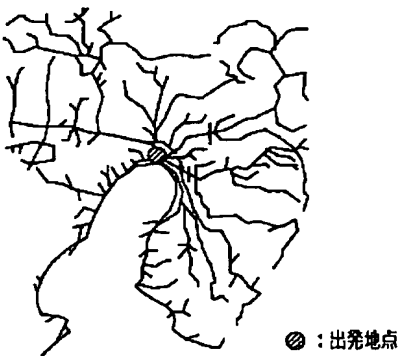
【図 5】



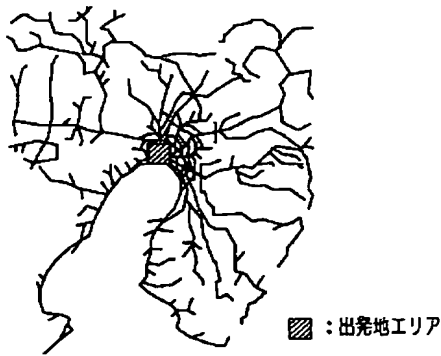
【図 19】



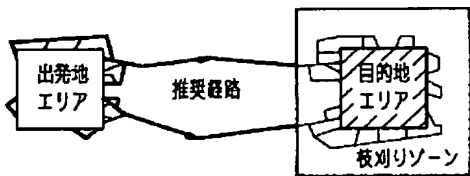
【図 9】



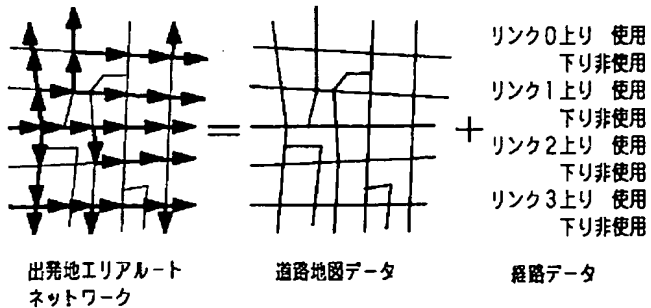
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図13】

		出発地 エリア1	出発地 エリア2	出発地 エリアM
リンク1	上り方向	1	1		1
	下り方向	1	0		0
リンク2	上り方向	1	1		0
	下り方向	0	0		0
リンク3	上り方向	0	0		1
	下り方向	0	1		1
...	
リンクN	上り方向	1	1		0
	下り方向	0	0		1

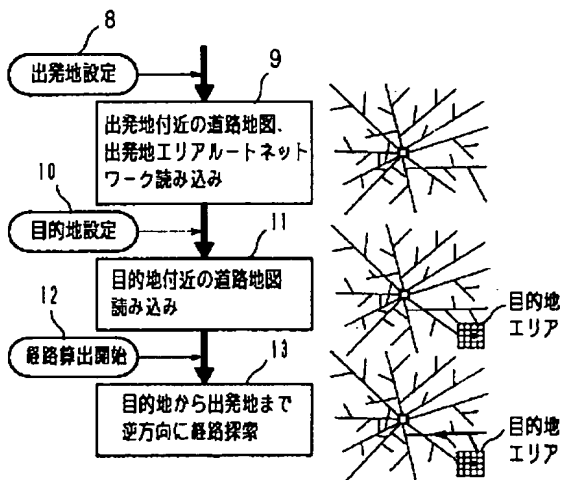
1:使用 0:非使用

【図14】

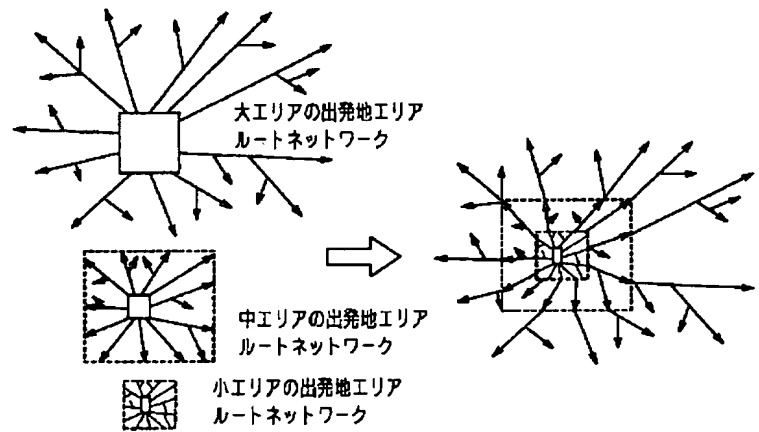
始点 ノード	終点 ノード	出発地 エリア1	出発地 エリア2	出発地 エリアM
1	2	0	1		0
1	3	1	0		1
1	5	0	1		0
2	1	1	0		1
2	6	0	1		1
2	8	1	1		1
...

1:使用 0:非使用

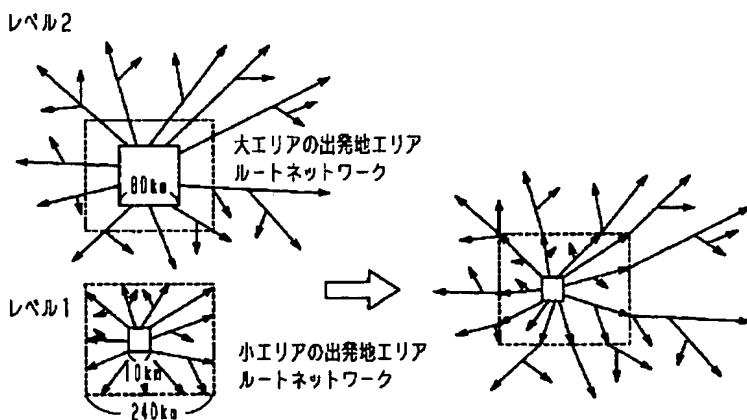
【図15】



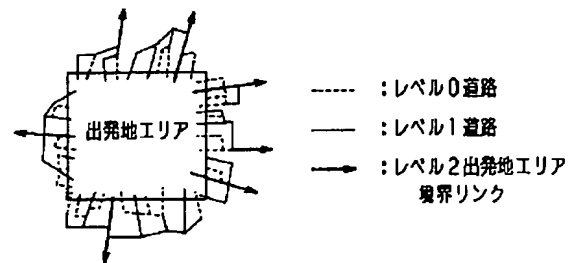
【図16】



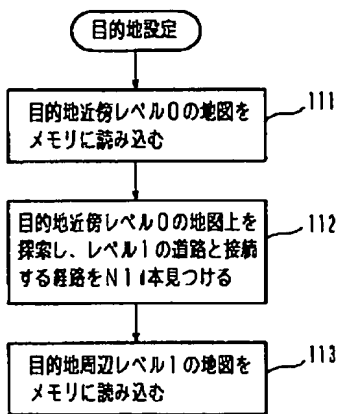
【図17】



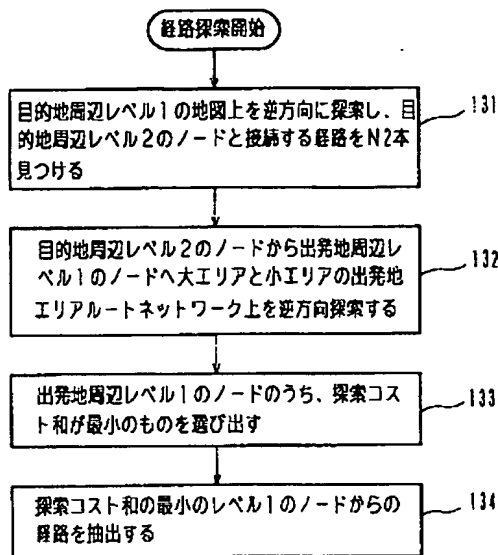
【図18】



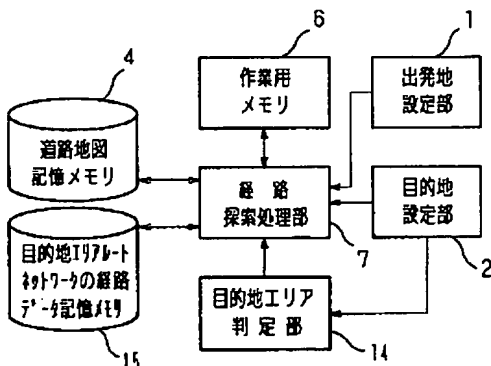
【図20】



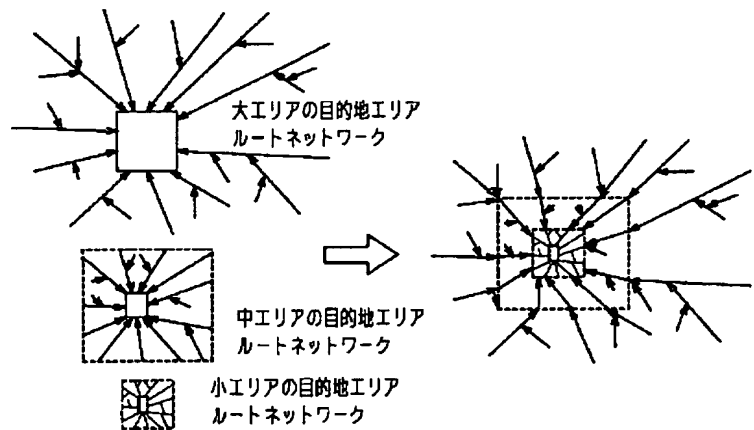
【図21】



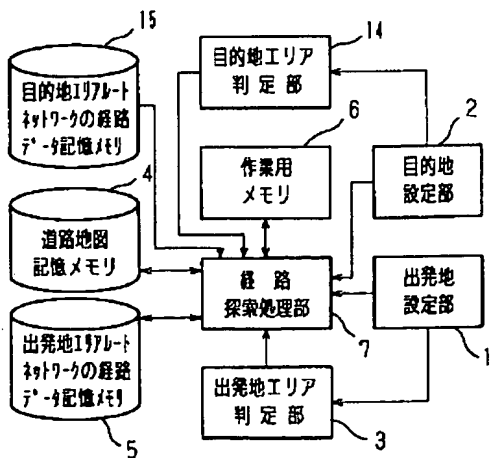
【図22】



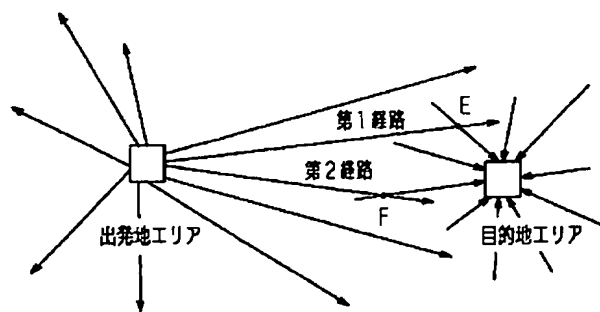
【図23】



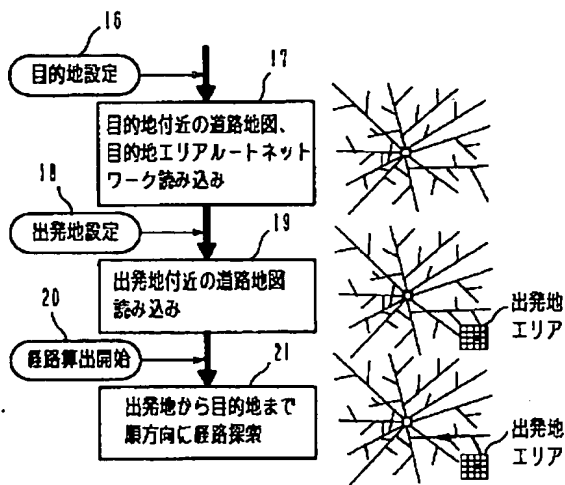
【図25】



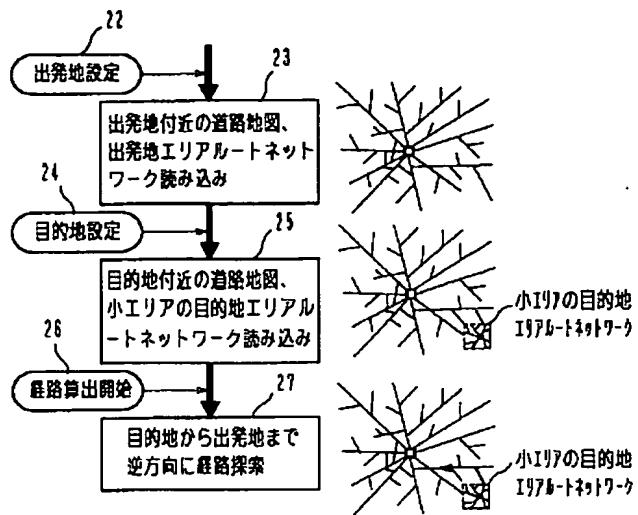
【図30】



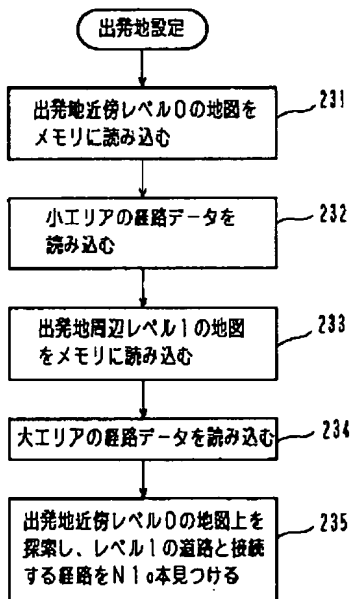
【図24】



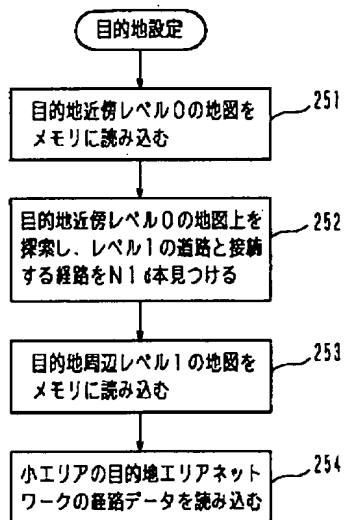
【図26】



【図27】



【図28】



【図29】

